

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 27 548 A 1

⑤ Int. Cl. 3:
B 01 D 13/00

- ②1 Aktenzeichen:
②2 Anmeldetag:
④3 Offenlegungstag:

P 31 27 548.6

11. 7. 81

1. 4. 82

3

Beijordeneigentum

②3 Innere Priorität: 19.07.80 DE 30274136

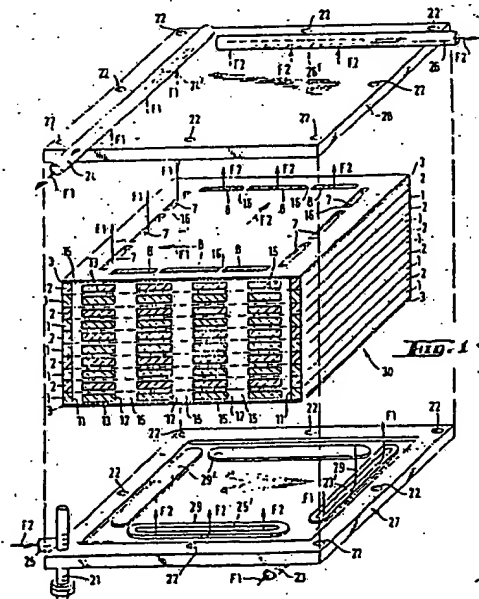
⑦1 Anmelder:
Sartorius GmbH, 3400 Göttingen, DE

⑦2 Erfinder:
Perl, Horst, Dipl.-Chem. Dr.; Nußbaumer, Dietmar,
Dipl.-Chem. Dr., 3400 Göttingen, DE; Schmidt,
Hans-Weddo, 3414 Hardegsen, DE; Pradel, Günter;
Grummert, Ulrich, 3400 Göttingen, DE

⑤4 Aus im wesentlichen rechteckigen Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semipermeablen Membran bestehende Trennvorrichtung für Fluide

Eine aus Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semipermeablen Membran bestehende Filtrationszelle oder Diffusionszelle für die Behandlung von Fluiden ist durch schnurförmige oder bandförmige Dichtungselemente zur getrennten Führung der Fluide abgedichtet, wobei die Trägerplatten (1, 2) zur Aufnahme der Dichtungselemente zur Plattenebene offene Kanälchen (13, 14, 13', 14') und in diesen Durchbrechungen (11, 12) aufweisen, welche zumindest abschnittsweise kommunizieren und ein im fließfähigen Zustand eingebrachtes und darin erstarrendes Dichtungsmaterial (15) aufnehmen. Mehrere Trägerplatten (1, 2) sind durch das Dichtungsmaterial (15) zu einer kassettenförmigen Einheit verbunden und bilden die eigentliche Trennvorrichtung. Bei im Grundriß quadratischen Trägerplatten (1, 2) wird die Vorderseite und Rückseite der Membranzuschnitte kreuzweise überströmt. Die Membranzuschnitte werden durch in Strömungsrichtung verlaufende Rillen und Rillengräte der Trägerplatten (1, 2) abgestützt, wobei die Rillen im Längsabschnitt angeordnete Durchlässe zur Gegenseite der Trägerplatte (1, 2) aufweisen. Etwa unter 45° die Rillen kreuzende Strömungsbarrieren sorgen für eine gleichmäßige Überströmung der Membranflächen und verhindern Kurzschlußpfade.

(31 27 548)



DE 31 27 548 A 1

3127548

19 Ansprüche

Innere Priorität vom
19. Juli 1980, DE,
P 30 27 413.6

Sartorius GmbH
Weender Landstraße 94-108
D-3400 Göttingen

AKTE SM 8009/1-IP

Aus im wesentlichen rechteckigen Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semipermeablen Membran bestehende Trennvorrichtung für Fluide

5

Ansprüche

10

1. Aus im wesentlichen rechteckigen Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semipermeablen Membran bestehende Trennvorrichtung für Fluide, bei der:

15

a) die Trägerplatten als Strömungskanäle dienende Abstützelemente für die Membranzuschnitte aufweisen,

20

b) jeder Membranzuschnitt an seinen Außenrändern dichtend mit der Trägerplatte verbunden ist und die Abstützelemente überdeckt,

c) mehrere zu einem Stapel geschichtete Trennelemente durch Führungs- und Spannelemente zwischen Endplatten einspannbar sind, welche die beiden äußeren Trennelemente des Stapels überdecken,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 5 d) außerhalb der Membranaußenränder an mindestens drei Rechteckseiten zu den Rändern parallel verlaufende Schlitzdurchbrechungen (7, 8) in den Trägerplatten (1, 2) vorgesehen sind und die Schlitzdurchbrechungen (7, 8) rechtwinklig zu den Membranflächen verlaufende Verteilerschächte für die Fluide (F1, F2) bilden,
- 10 e) die Verteilerschächte (7) zweier gegenüberliegender Rechteckseiten Zu- und Abläufe für das die Membranflächen überströmende und zu behandelnde erste Fluid (F1) bilden,
- 15 f) die an mindestens der dritten Rechteck-Seite vorgesehenen Verteilerschächte (8) strömungsgemäß mit den als Strömungskanäle dienenden Abstützelementen (4) in Verbindung stehen,
- 20 g) die Außenzonen der Trägerplatten (1, 2) umlaufend nach außen hin durch Dichtungen (13, 15) abgedichtet und im Membranbereich weitere Dichtungen (14, 15) in den Trägerplatten (1, 2) zur getrennten Führung der beiden Fluide (F1, F2) vorgesehen sind,
- 25 h) die Verteilerschächte für das erste Fluid (F1) mit in einer oder den beiden Endplatten (27, 28) angeordneten Hauptzu- und Hauptabläufen (23, 24) in Verbindung stehen,
- 30 i) die Verteilerschächte (8) für das zweite Fluid (F2) entsprechend mit mindestens einem separat zugeordneten Hauptanschluß (25, 26) in einer Endplatte (27, 28) in Verbindung stehen.

2. Trennvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützelemente (4) der Trägerplatte (1) aus einem in einem rahmenartigen Fenster (40) der Trägerplatte (1) befestigten Gewebe (34) oder Netzwerk besteht.
- 5 3. Trennvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützelemente (4) durch in Strömungsrichtung des zu behandelnden ersten Fluids (F1) verlaufende Rillen (5) und Rillengrate (4), gebildet sind, wobei die Rillen (5) im Längsabstand angeordnete Durchlässe (19) zur Gege-)
10 seite der Trägerplatte (1, 2) aufweisen, und die Durchlässe (19) zu quer zu den Rillen (5) auf der Gegenseite verlaufenden Sammelrinnen (20) erweitert sind, welche in den Schlitzdurchbrechungen (8) für das zweite Fluid (F2) enden.
- 15 4. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Rille (5) mehrere über die Rillengänge verteilt angeordnete Strömungsbarrieren (31) aufweist, welche in der Ebene der Rillengrate (4) oder darunter enden, wobei jede Rille (5) mindestens mit einem Durchlaß (19) an eine kreuzende Sammelrinne (20) der Gegenseite der Trägerplatte (1, 2) Verbindung hat.)
- 20 5. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 3, 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl der Strömungsbarrieren (31) zu etwa parallel zueinander und schräg zu den Rillen (5) verlaufenden Barrieren-Linien (32) geordnet sind.
- 25 6. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 3, 4, 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren-Linien (32) die Rillen (5) unter einem Winkel von 30 bis 60° kreuzen.
- 30

- 5 7. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrieren-Linien (32) zweier einander mit ihrer Rillenseite zugewandten Trägerplatten (1, 2) gegenläufig angeordnet sind, d.h. sich kreuzen.
- 10 8. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel zum Randbereich (6) der überströmten Membranfläche einer Rechteckseite angeordneten Schlitzdurchbrechungen (7, 8) vorzugsweise eine Öffnungslänge von 90 bis 100 % des zugeordneten Membranbereiches (6) aufweisen.
- 15 9. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzdurchbrechungen (7) der Trägerplatten (1, 2) einer Rechteckseite in einem Hauptanschlußschlitz (23') eines diesen überdeckenden Hauptanschlußrohres (23) für das erste Fluid (F1) in der einen Endplatte (27) enden und die Schlitzdurchbrechungen (7) der gegenüberliegenden Rechteckseite entsprechend in einem Hauptanschluß (24, 24') in der anderen Endplatte (28) enden und die Schlitzdurchbrechungen (8) für das zweite Fluid (F2) in entsprechenden Hauptanschlüssen (25, 25', 26, 26') in den Endplatten (27, 28) enden.
- 25 10. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Trägerplatten (1, 2) mit ihren Membranflächen aufeinanderliegend die kleinste zwischen den Endplatten (27, 28) einspannbare Trenneinheit bilden.
- 30 11. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl dieser Trenneinheiten untrennbar durch ein Dichtungsmittel (15) zu einer Kassette (30) verbunden sind.

- 5
12. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzdurchbrechungen (7, 8) auf der Oberseite der Kassette (30) von Dichtungen eingefast sind.
- 10
13. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungen durch eine die beiden äußeren Trägerplatten (1, 2) der Kassette (30) abdeckende, dauerelastische Abschlußplatte (3) gebildet sind.
- 15
14. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitzdurchbrechungen (7, 8) durch in den Endplatten (27, 28) angeordnete Ring- oder Flachdichtungen (29) eingefast sind.
- 20
15. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,
- 25
- daß zur Abdichtung der Außenzonen der Trägerplatten (1, 2) diese an mindestens zwei gegenüberliegenden Eckpunkten angeordnete Durchbrechungen (11, 12) aufweisen,
- 30
- daß die im Abstand angeordneten Durchbrechungen (11, 12) miteinander durch mindestens auf einer Seite jeder Trägerplatte (1, 2) in beide Verbindungsrichtungen zu den Durchbrechungen (11, 12) weisende offene Stichkanäle (13) verbunden sind,
- 35
- daß zur Aufnahme der Dichtung im Membranrandbereich (6) die Trägerplatten (1, 2) parallel zu den Membranrändern (6) verlaufende offene Rinnen (14) aufweisen, die mit den Stichkanälen (13) und/oder den Durchbrechungen (11, 12) kommunizieren und

daß das Dichtungsmittel (15) aus einem den gesamten Stapel der Trennelemente (1, 2, M1, M2) in den Durchbrechungen (11, 12) durchsetzenden, die kommunizierenden Stichkanäle (13) und Rinnen (14) ausfüllenden, fließfähigen und thermisch und/oder zeitlich aushärtbarem Kunststoff und/oder Kleber gebildet ist.

16. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß den an mindestens zwei gegenüberliegenden Eckpunkten angeordneten Durchbrechungen (11) über die Länge der Stichkanäle (13) verteilt weitere Durchbrechungen (12) zugeordnet sind.

17. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptanschlüsse (23 bis 26) in einer einzigen Endplatte (27') angeordnet sind und die zweite Endplatte (28') eine auf den Spannelementen (21') verschiebbare Andruckplatte für die Kassette (30) aus Trennelementen bildet und sich mittels einer Zentralspindel (33) an einer Widerlagerplatte (34) abstützt.

18. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die der Andruckplatte (28') zugewandte Seite der Trägerplattenkassette durch eine geschlossene Abschlußplatte (3') abgedeckt und mit dieser durch das Dichtungsmittel (15) verbunden ist und dem Umriß der Trägerplatten (1, 2) entspricht.

19. Trennvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußplatte (3'', 3'''), welche der Endplatte (27') mit den Hauptanschlüssen (23 bis 26) zugewandt ist, im Innern im

5 Bereich der Schlitzdurchbrechungen der Trägerplatten (1, 2) Verteiler- und Sammelrohre (35) aufweist, welche als Bohrungen (36) auf der der Endplatte (27') zugewandten Seite enden und mittels elastischer Ringdichtungen in die als Bohrungen endenden Hauptanschlüsse (23 bis 26) der Endplatte (27') übergehen, wobei die Abschlußplatte (3'', 3''') vorzugsweise durch das Dichtungsmittel (15) Bestandteil der Kassette (30) aus Trennelementen ist.

Sartorius GmbH
Weender Landstraße 94-108
D-3400 Göttingen

Akte SM 8009/1-IP
Kö/kl/es

Aus Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semi-permeablen Membran bestehende Trennvorrichtung für Fluide

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine aus Trägerplatten und Membranzuschnitten einer semipermeablen Membran bestehende Trennvorrichtung für Fluide, welche beiderseits der Membran in getrennt gehaltenen Strömungswegen führbar sind und die getrennte Führung der Fluide durch in den Trägerplatten gehaltenen, schnurförmigen oder bandförmigen Dichtungselementen gewährleistet ist. Durch den Stand der Technik sind eine Vielzahl von Trennvorrichtungen in den verschiedensten Varianten bekannt.

Bei einer bekannten Trennvorrichtung nach dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches (DE-GM 70 22 655) finden Trägerplatten aus Kunststoff Verwendung, die ganzflächig

durch Membranzuschnitte abgedeckt sind. Im Bereich des Außenrandes sind auf der Trägerplatte zur Trennung der verschiedenen Strömungspfade und zur Gesamtabdichtung der Strömungskammern dünne Dichtungsrippen angeordnet, die sich infolge des Anpressdruckes in die mikroporöse Membranstruktur einpressen. Die Membran soll in dem Bereich der Dichtungsrippe die eigentliche Dichtfunktion übernehmen. Diese Art der Abdichtung ist insofern unbefriedigend, als durch Fertigungstoleranzen sich keine planparallele Ausbildung der Platten und der Dichtungsrippen ermöglichen läßt und die Membran eine gewisse Stärke haben muß, damit sie überhaupt eine Dichtfunktion übernehmen kann. Je nach Anwendungszweck für die Dialyse, für die Ultrafiltration, für umgekehrte Osmose, je nach Art der zu behandelnden Fluide, sei es Flüssigkeiten oder Gase, müssen spezielle Membranen ausgewählt werden, damit eine optimale Stofftrennung möglich ist. Die Verteilung der Fluide über die Membranfläche erfolgt durch relativ enge Unterverteilungen - schächte und Kanäle, ehe das zu behandelnde Fluid die Membranflächen überströmen kann. Der Abzug des Permeats erfolgt ähnlich. Es treten dabei erhebliche Störungswiderstände und strömungstechnische Totzonen auf, die die Gefahr der Stoffablagerung erhöhen und das Freispülen der Membranflächen zur erneuten Verwendung und Reinigung erschweren. Es ist bekannt, zur besseren Abdichtung zusätzlich zu den Trägerplatten noch spezielle Dichtungsplatten zwischen den einzelnen Lagen der Trägerplatten einzubeziehen (DE-AS 22 09 116 = US-PS 38 31 763), wobei die Dichtungsrahmen Flachzuschnitte eines speziellen Dichtungsmaterials sind. Das spezielle Dichtungsmaterial muß ebenso wie die Membran und die Kunststoffplatten mehrfach autoklavierbar sein, so daß nicht jedes Dichtungsmaterial für alle Verwendungszwecke und für alle Einsatzzwecke der Trennvorrichtung geeignet ist. Die Trägerplatten aus Kunststoff müssen eine gewisse Stärke aufweisen, damit sie

sich beim Autoklavieren nicht verziehen und der Einspannkräften der Gesamtvorrichtung standhalten. Die zusätzlich notwendigen Dichtungsrahmen erhöhen den Gesamtaufbau einer solchen paketförmigen Trennvorrichtung und stellen nur zusätzliche Gefahrenpunkte für das Auftreten von Leckstellen dar.

Jeder Membranzuschnitt liegt in einem rahmenartigen Fenster und ist in diesem Fenster abgestützt. Jedes Fenster hat zwei zum Plattenrand führende Schlitzauslässe für das Permeat.

Ein neuerer Stand der Technik (DE-OS 29 30 986) schlägt daher wieder die Abdichtung mit den Trägerplatten eingeformter Dichtungsrippen vor. Problematisch wird eine solche Abdichtung auch im Bereich der Ein- und Auslässe, die zumeist als kreisförmige, den gesamten Stapel der Trägerplatten durchsetzende Bohrungen ausgebildet sind, die horizontal in Unterverteilungskanäle übergehen.

Es ist allerdings auch bereits bekannt (US-PS 3 585 131) in den Trägerplatten Schlitzdurchbrechungen vorzusehen die über die gesamte Breite der überströmten Membranfläche gehen, um auf diese Weise eine bessere Verteilung der Fluidströme zu erreichen. Bei dieser bekannten Trennvorrichtung besteht die Membran aus miteinander verwebten Hohlfasermembranen die kreuzweise durchströmt und senkrecht überströmt werden. Die gewebeartige Membran ist zur Trennung der drei Fluidräume gegenüber den Trägerplatten durch eine Kunststoffkleberaupe abgedichtet. Auch hier ist der Aufbau und die Abdichtung von der Herstellung her sehr aufwendig. Durch die gewebeartige Struktur besteht auch die Gefahr, daß das Dichtungsmaterial nicht einwandfrei in die Zwischenräume des Gewebes ein-

dringt und die einzelnen Hohlfasermembranen allseitig umschließt und gegenüber den Trägerplatten abdichtet.

5 Abweichend von der Verwendung von in sich steifen Trägerplatten ist es auch bereits bekannt, Trennelemente mehrschichtig aus einem Kunststoffgewebe, einem beidseitig angeordneten, vliesartigen Trägermaterial und den beidseitig angeordneten Membranen aufzubauen. Die Abdichtung der einzelnen Trenneinheiten erfolgt indem
10 der gesamte Außenrand des Trennelementes durch ein Kunstharz umspritzt wird. Die Verteilung der Fluidströme innerhalb des Trennelementes erfolgt durch im Abstand an den Rändern angeordnete Bohrungen, wobei zur Trennung der Fluidpfade untereinander die benachbarten Bohrungen abwechselt außerhalb bzw. innerhalb
15 durch eine bogenförmige Abdichtung aus Kunstharz mit den abgedichteten Außenrändern verbunden sind (DE-OS 29 20 253 \approx US-Ser.Nr. 90 69 22). Auch diese Art der Abdichtung ist unzuverlässig, da es wesentlich davon abhängt, die Eindringtiefe des Kunstharzes in die einzelnen Schichten des Trennelementes zu steuern und genau einzugrenzen.

20 Zum Stand der Technik wird noch auf US-PS 4 113 625, DE-OS 29 30 986, GB-PS 32 92 35, US-PS 3 497 423, DE-OS 23 04 644, DE-OS 22 05 294 und DE-OS 29 022 247 verwiesen, aus dem die verschiedenen Arten der Strömungsführung und geometrischen Formen der Trennelemente, Abdichtungselemente und Trägerplatten bekannt sind.

30 Angesichts dieses Standes der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein aus einer Vielzahl von Einzellelementen zusammengesetztes Trennelement mit einer großen effektiven Membranfläche zu schaffen, welches trotz der Vielzahl von Einzeltrennelementen eine einfache und zuverlässige
35 Abdichtung der zu trennenden Strömungspfade und Strömungskammern ermöglicht und eine strömungsgünstige Führung der fluide und eine gute Ausnutzung und Überströmung der Membranflächen zuläßt. Dabei sollen vor allen Dingen Totzonen vermieden werden, die zu Ablagerungen führen können und ein Freispülen der Membranflächen erschweren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Hauptanspruch angegebenen Merkmale gelöst.

5 Bevorzugte Ausführungen der Trennelemente sind in den Unteransprüchen unter Schutz gestellt.

10 Der Erfindungsgedanke, der die verschiedensten Ausführungsmöglichkeiten zuläßt ist in drei bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

15 Fig. 1 eine perspektivische Explosivzeichnung der Gesamttrennvorrichtung mit einem Vertikalschnitt durch die zu einem Block oder Quader verbundenen Einzeltrennelemente nach der Schnittlinie I-I in Fig. 2,

20 Fig. 2 eine Draufsicht auf zwei übereinanderliegende identische Trägerplatten mit Membranen, teilweise als Ausschnitt von Vorder- und Rückseite,

25 Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Stapel miteinander verbundener Trennelemente nach der Schnittlinie III-III in Fig. 2

Fig. 4 einen Teilschnitt durch eine Trägerplatte mit Membran nach der Linie IV-IV in Fig. 2 und

- Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Trägerplatte mit Membran nach der Linie V-V in Fig. 2,
- 5 Fig. 6 einen Detailschnitt durch eine Trägerplatte mit einem Abstützelement aus Gewebe,
- Fig. 7 in Seitenansicht eine abgewandelte Gesamtvorrichtung,
- 10 Fig. 8 eine Draufsicht auf eine unter strömungstechnischen Gesichtspunkten optimierte abgewandelte Trägerplatte und zwar auf die Membranseite, einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 8,
- 15 Fig. 8a
Fig. 9a
und
Fig. 10a eine Draufsicht auf die aus zwei Halbplatten gebildete Abschlußplatte im Bereich der Hauptanschlüsse der Trennvorrichtung gemäß Fig. 7,
- 20 Fig. 9b und Fig. 10b Detailschnitte hierzu.
- 25 Die Trennvorrichtung ist aus identischen Trägerplatten aufgebaut, die jedoch zur besseren Identifizierung mit Trägerplatte 1 und mit Trägerplatte 2 bezeichnet sind. Gemäß Fig. 2 hat jede Trägerplatte 1,2 im wesentlichen

rechteckigen Grundriß und rechteckigen Querschnitt. Die Trägerplatten 1,2 weisen an allen vier Rechteckseiten mehrere Schlitzdurchbrechungen 7,8 auf, die lediglich durch Verbindungsstege 16 aus Stabilitätsgründen unterbrochen sind. Diese Verbindungsstege 16 können bei kleineren Ausführungen der Trägerplatten entfallen. Die Schlitzdurchbrechungen 7,8 enden jeweils im Bereich der Außenränder der Membranen M1 und M2, so daß der in den Schlitzdurchbrechungen 7,8 geführte Fluidstrom die Membranen M1, M2 strömungsgünstig in ganzer Breite überstreichen kann. Die Trägerplatte 1 ist von der Membranseite gezeit und diese Seite mit 1TM bezeichnet. Die Membranseite der Trägerplatten 1,2 weist Abstützelemente 4 und Strömungskanäle 5 auf. Gemäß Fig. 5 sind diese gebildet durch im Querschnitt prismenartige Rillen und Stege, wobei die Rillen die Strömungskanäle 5 an ihrem Grund und die Grate und Stege die Abstützelemente 4 für die Membranzuschnitte bilden. Die Rillen 5 weisen im Längsabstand angeordnete Durchlässe 19 zur Gegenseite der betreffenden Trägerplatte 1 bzw. 2 auf und die Durchlässe 19 sind auf der Gegenseite zu quer zu den Rillen 5 verlaufenden Sammelrinnen 20 erweitert, welche in den Schlitzdurchbrechungen 8 für das zweite Fluid F2 enden. Die einzelnen Membranzuschnitte sind an ihren Randbereichen 6 umlaufend in einer Art Wanne der Trägerplatten durch Schweißung oder Klebung dichtend mit diesen verbunden. Im Bereich zwischen den Membranrändern 6 und den Schlitzdurchbrechungen 7 sind Abstandshalter 17 und Tore 18 vorgesehen, die einerseits ermöglichen, daß das Fluid F1 aus den Schlitzdurchbrechungen 7 durch die Tore 18 über die Membranoberseite 1MO in Richtung auf die gegenüberliegenden

Schlitzdurchbrechungen 7 strömen kann, andererseits aber auch sicherstellen, daß die aufeinanderliegenden Trägerplatten untereinander eine ausreichende planparallele Abstützung durch die Abstandshalter 17 erhalten. Gleichermaßen ist die Rückseite jeder Trägerplatte, gezeigt bei 2TR der Trägerplatte 2 im wesentlichen planparallel, lediglich durch die Sammelrinnen 20 unterbrochen. Die Rückseiten der Trägerplatten 1,2 stützen sich also gegeneinander auf einer großen Fläche ab.

Zur getrennten Führung der beiden Fluide F1 und F2 weist jede Trägerplatte mindestens an zwei gegenüberliegenden Eckpunkten Durchbrechungen 11 auf. Im vorliegenden Beispiel sind an allen vier Ecken Durchbrechungen 11 vorgesehen. Diese einander gegenüberliegenden Durchbrechungen 11 werden durch in beide Richtungen laufende Stichkanäle 13 verbunden. Diese sind im Beispiel beidseitig der Trägerplatten angeordnet. Es genügt aber, wenn mindestens auf einer Seite diese Stichkanäle 13 vorgesehen sind, da durch die Aufeinandererschichtung mehrerer Trägerplatten sichergestellt ist, daß zwischen zwei Trägerplatten 1,2 jeweils umlaufend ein Stichkanal 13 angeordnet ist. Zusätzlich sind den Stichkanälen 13 auf deren Länge verteilt weitere Durchbrechungen 12 zugeordnet, die übereinanderliegend sämtliche Trägerplatten 1,2 schachtartig durchsetzen. Diese Durchbrechungen 11,12 und die Stichkanäle 13 dienen zur Aufnahme des noch zu beschreibenden Dichtungsmittels, um den gesamten Außenbereich abdichten und zur dauerhaften Verbindung der aufeinandergestapelten Trägerplatten 1,2.

Zur Abdichtung des Fluidraumes zur getrennten Führung des Fluides F1 gegenüber der Führung des Fluides F2 sind parallel zu den Strömungskanälen 5 außerhalb des Randbereiches 6 der Membran M1 an den beiden gegenüberliegenden Rechteckseiten je eine Rinne 14 vorgesehen, welche mit den Stichkanälen 13 und/oder den Durchbrechungen 11,12 kommunizieren. Diese beiden Rinnen 14 sind nur auf derjenigen Membranträgerseite der Trägerplatten 1,2 angeordnet, welche in Fig. 2 mit 1TM bezeichnet ist. Auf der Rückseite der Trägerplatten 1,2 sind zwei entsprechende Rinnen 14' vorgesehen, welche jedoch parallel zu den Sammelrinnen 20 verlaufen und mit den Stichkanälen 13 und/oder den Durchbrechungen 11,12 kommunizieren, wobei 14 und 14', 13 und 11, 12 mit Dichtungsmittel 15 gefüllt sind, wie noch später beschrieben. Damit ist sichergestellt, daß das auf der Membranrückseite austretende Permeat zwar durch die Durchlässe 19 der Trägerplatten 1, 2 hindurchtreten und von den Sammelrinnen 20 in die Schlitzdurchbrechungen 8, jedoch nicht in die Schlitzdurchbrechungen 7 eintreten kann, welche das erste Fluid F1 führen. Die Rückseite der Membranen ist in Fig. 2 für die Membran 2 mit 2MR bezeichnet.

Zusätzlich sind in den Trägerplatten 1,2, mindestens in den vier Eckbereichen Öffnungen für Montagespanner 10 vorgesehen, die beim Zusammenbau zunächst als Führung für die aufeinander zu stapelnden Trägerplatten 1,2 dienen.

Die mit den Membranzuschnitten M1 und M2 versehenen Trägerplatten 1,2 werden paarweise mit den Membranen aufeinanderliegend, wie in Fig. 3 angedeutet, auf die Montagespanner 10 aufgezogen und zu einem Stapel von 10

oder 20 Trägerplatten 1,2 vereinigt. Mit Hilfe der Montagespanner 10 und nicht dargestellten Andruckmitteln werden die aufeinandergeschichteten Trägerplatten 1,2 fest aufeinandergepreßt. Sämtliche nicht vertieften Flächen der Trägerplatten 1,2 liegen dabei planparallel auf den Gegenflächen der anderen Trägerplatten auf. In diesem vormontierten Zustand wird in die Durchbrechungen 11 ein Dichtungsmittel 15 aus einem fließfähigen Kunstharz, Kleber oder einem thermoplastischen Kunststoff eingespritzt. Die Einspritzung kann beispielsweise gemäß Fig. 2 in die linke untere Durchbrechung 11 erfolgen. Wird dabei das Paket von Trägerplatten 1,2 so aufgestellt, daß die Diagonale der beiden gegenüberliegenden Durchbrechungen 11 senkrecht steht, so steigt das eingespritzte Dichtungsmittel 15 in beiden Richtungen in den Stichkanälen 11 und den Rinnen 14, 14' auf in Richtung zur höchstliegenden Durchbrechung 11 und füllt dabei durch Verdrängung der eingeschlossenen Luft die von den Durchbrechungen 11, den Stichkanälen 13 und den Rinnen 14, 14' gebildeten Hohlräume aus. Da es sich bei dem Dichtungsmittel 15 um einen während der Verarbeitungszeit fließfähigen jedoch thermisch und/oder zeitlich aushärtbaren Kunststoff, Kunstharz und/oder Kleber handelt, erfolgt nach dem Verfestigen des Dichtungsmittels 15 eine dauerhafte, dichte Verbindung der einzelnen Trägerplatten 1,2 untereinander, so daß nach Entfernen der Montagespanner 10 eine paketförmige oder quaderförmige Trennvorrichtung 30 gemäß Fig. 1 entsteht, welche als Block zwischen die beiden Endplatten 27 und 28 dichtend eingespannt werden kann.

Um die Füllung der Stichkanäle 13 und der Rinnen 14,14' zu beschleunigen und um noch eine bessere Verzahnung der Trägerplatten 1,2 untereinander über den gesamten Umfang zu erreichen, sind zusätzlich im Bereich der Stichkanäle 13 weitere Durchbrechungen 12 vorgesehen, welche gemäß Fig. 1 das Dichtungsmittel 15 in durchgehenden Säulen aufnehmen.

In der einfachsten Ausführungsform wird der Stapel aufeinandergeschichteter Trägerplatten 1,2 jeweils durch die Rückseite einer solchen Trägerplatte abgeschlossen. Der jeweils am weitesten außen liegende Membranzuschnitt ist dabei durch die Rückseite der jeweils äußeren Trägerplatte gegen mechanische Beschädigung geschützt.

Zur Aufnahme einer solchen Einheit sind zur abdichtenden Verbindung mit den beiden Endplatten 27,28 an diesen Dichtungsringe 29 vorgesehen.

Sollen die äußeren Trägerplatten einen zusätzlichen Schutz der Membranzuschnitte erhalten, so kann dies beispielsweise durch eine unprofilierte plane Abschlußplatte 3 auf jeder Seite des Quaders 30 erfolgen. Die Abschlußplatten 3 haben wie in Fig. 1 dargestellt entsprechende Schlitzdurchbrechungen 7,8. Die Abschlußplatten 3 können selbst aber auch als Flachdichtungen ausgebildet sein, d.h. sie haben eine gewisse dauerelastische Wirkung und übernehmen die Dichtfunktion zwischen der paketförmigen Trennvorrichtung 30 und den beiden Endplatten 27,28, so daß bei diesen keine besonderen Ringdichtungen 29 notwendig sind.

Gemäß Fig. 1 sind die beiden Endplatten 27, 28 flächenmäßig etwas größer gehalten und bestehen vorzugsweise aus Edelstahl und haben im Randbereich mehrere Bolzenlöcher 22, welche Spannelemente 21 aufnehmen. Die untere Endplatte 27 weist für die Einführung des ersten Fluides F1 einen rohrförmigen Hauptanschluß 23 auf, welcher den rechtsseitig angeordneten Schlitzdurchbrechungen 7 der Trägerplatten 1, 2 zugeordnet ist, wobei der Hauptanschluß 23 als Hauptanschlußschlitz 23' auf der Oberseite der unteren Endplatte 27 endet. Im gegenüberliegenden Randbereich der oberen Endplatte 28 ist ein entsprechender Hauptanschluß 24 mit einem entsprechend angeordneten Hauptanschlußschlitz 24' vorgesehen, welcher im gezeigten Beispiel als Austritt für das erste Fluid F1 dient. Das in den Hauptanschluß 23 eintretende erste Fluid F1 füllt also die Schlitzdurchbrechungen 7 auf, überströmt in den einzelnen Ebenen die Membranzuschnitte und tritt in die gegenüberliegenden Schlitzdurchbrechungen 7 ein und tritt über den oberen Hauptanschluß 24 aus. Die Strömung in umgekehrter Richtung ist selbstverständlich auch möglich. Soll nach dem Prinzip der Diffusion das zweite Fluid F2 die Rückseite der Membran überströmen, so ist sinngemäß die Anordnung von zwei weiteren Hauptanschlüssen 25 und 26 in den beiden Endplatten 27, 28 für das Fluid F2 vorgesehen. Das Fluid F2 tritt in der unteren Endplatte 27 durch den Hauptanschluß 25 in den Hauptschlitzanschluß 25' und von dort in die Schlitzdurchbrechungen 8. Die Rückseiten der Membranzuschnitte werden sinngemäß überströmt und das Fluid F2 tritt in die gegenüberliegenden Schlitzdurchbrechungen 8 ein und von da aus in den Hauptanschlußschlitz 26' und den Hauptanschluß 26. Auch hier

ist die umgekehrte Strömungsrichtung möglich.

Die Hauptschlitzdurchbrechungen 23', 25', 24' und 26' können wie in Fig. 1 angedeutet mit Ringdichtungen oder sonstigen Flachdichtungen 29 ausgestattet sein, wenn nicht eine spezielle Dichtung auf der Ober- und Unterseite der paketförmigen Trennvorrichtung 30 vorgesehen ist. Entsprechende Dichtungen 29' müssen dann auch im Bereich der Blindanschlüsse für die anderen Schlitzdurchbrechungen 7, 8 vorgesehen sein.

Für die Durchführung einer Ultrafiltration ist für das Fluid F2 an sich nur ein Hauptanschluß, also entweder der Hauptanschluß 25 oder der Hauptanschluß 26 notwendig. Da das Permeat die Rückseite der Membranzuschnitte nicht überströmen, sondern nur von der gesamten Fläche abgezogen werden muß, ist es auch nur notwendig, an der dritten oder vierten Rechteckseite Schlitzdurchbrechungen 8 vorzusehen. Um von vornherein mit den Trägerplatten 1, 2 eine umfassende Anwendung zu gewährleisten, sind diese für die zweiseitige Überströmung ausgebildet. Auch bei der Ultrafiltration ist es von Vorteil, wenn das Permeat in beiden Richtungen von der Rückseite der Membranzuschnitte abgezogen wird.

Die Trägerplatten 1, 2 sind aus Kostengründen aus Kunststoff gebildet. Sie können selbstverständlich auch für besondere Einsatzzwecke aus Edelstahl gebildet sein.

Die Trägerplatten 1, 2 gemäß Fig. 2 bis 5 und 8 sind insbesondere für die Filtration geeignet. Für die Durchführung von Trennvorgängen nach dem Prinzip der Diffusion

eignen sich mehr Trägerplatten, wie sie in Fig. 6 angedeutet sind. Bei einem Stoffaustausch nach dem Prinzip der Diffusion ist es vorteilhaft, wenn auch das zweite aktive Fluid F2 mit einer möglichst großen Fläche der Membran auf deren Rückseite in Berührung tritt. Hierzu eignet sich beispielsweise ein Gewebe 39, welches die Membran M1 unterstützt und in einem rahmenartigen Fenster 40 der Trägerplatte 1 befestigt ist. Dies kann dadurch erfolgen, daß durch thermoplastische Verformung eines Vorsprunges im Fenster 40 das Gewebe 39 in den Rahmen der Trägerplatte 1 integriert wird und in diesem Bereich auch den Membranaußenrand 6 festgelegt ist. Im übrigen entspricht die Ausbildung der Trägerplatte den in Fig. 2 bis 5 dargestellten Detailpunkten, was die Form der Strömungsführung und die Form der Abdichtung betrifft.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 7 bis 10 zeigt eine besonders unter dem Gesichtspunkt der erleichterten Handhabung, optimierten Trennleistung und verbilligten Herstellung konzipierte Trennvorrichtung. Die vorbeschriebenen Bauteile 1 bis 30 stimmen funktionell mit denen gemäß Fig. 1 bis 6 überein, so daß ohne weiteres auf die diesbezüglichen vorangegangenen Ausführungen und Beschreibungsteile zurückgegriffen werden kann.

Gemäß Fig. 7 ist die Trennvorrichtung als Standgerät mit vertikal angeordneten Trägerplatten 1, 2 ausgeführt. Das Gerät gemäß Fig. 7 besteht aus der vertikalen Endplatte 27', welche alle 4 Hauptanschlüsse 23 bis 26 für die beiden Fluide F1 und F2 aufweist und als Bohrungen in der Endplatte 27' enden. Die andere Endplatte 28' ist ohne Anschlüsse und lediglich auf den beiden unteren Spännelementen 21 horizontal verschieblich geführt und durch eine zentrale Gewindespindel 33 abgestützt, die sich ihrerseits

an einer vertikalen Widerlagerplatte 34 abstützt. Die Widerlagerplatte 34 ist über 4 horizontale Spannelemente 21 mit der Endplatte 27' verbunden. Die beiden unteren Spannelemente 21 dienen gleichzeitig als Führung und Halterung für das als Quader bzw. die als Kassette 30 ausgebildete Trennvorrichtung, welche zwischen den beiden Endplatten 27' und 28' eingespannt ist.

Die zur anschlusses Endplatte 28' weisende Abschlußplatte 3' deckt die Rückseite, d.h. die mit den Sammelrinnen 20 ausgestattete Seite der letzten Trägerplatte 1 gemäß Fig. 2 bzw. gemäß Fig. 8 ab und ist mit dieser durch das Dichtungsmittel 15 integriert. Die zur Anschlußseite weisende Abschlußplatte 3'' und 3''' ist zweiteilig ausgebildet und in Fig. 9a,b und 10a,b dargestellt und im nachfolgenden näher beschrieben. Die zweiteilige Abschlußplatte 3'' und 3''' sind ebenfalls integrierter Bestandteil der eigentlichen Trennvorrichtung, so daß sowohl die Trägerplatten 1,2 als auch die beiden Abschlußplatten 3' und 3'', 3''' die eigentliche Kassette 30 bilden, welche gemäß Fig. 7 auf einfache Weise zwischen die beiden Endplatten 27' und 28' eingesetzt wird. Führungsnuten 37 in der Kassette 30 sorgen für ein Führen und Abstützen auf den beiden unteren Spannelementen 21 und eingeformte Griffnuten 38 erleichtern die Handhabung der Kassette 30 beim Einsetzen zwischen die beiden Endplatten 27', 28'. Zwei gegenüberliegende Seiten der Kassette 30 weisen jeweils die Führungsnuten 37 bzw. Griffnuten 38 auf, so daß die Kassette 30 jeweils nur um 180° gedreht ihren richtigen Sitz hat, so daß ein fehlerhaftes Einsetzen ausgeschlossen ist.

Diese Ausbildung hat den Vorteil, das keinerlei Anschlüsse und Verschraubungen gelöst werden müssen, wenn eine Kassette 30 gegen eine neue Kassette ausgetauscht werden muß.

Dies erfolgt lediglich dadurch, daß die Zentralspindel 33 gelöst wird.

5 Die unter strömungstechnischen Gesichtspunkten optimierte Ausführung der Trägerplatte gemäß Fig. 8, 8a entspricht in ihrem funktionellen Aufbau dem der Trägerplatte gemäß Fig. 2 bis 5, was die Bauelemente 4 bis 20 anbelangt.

10 Bei relativ großflächigen Trägerplatten 1,2 aus Kunststoff besteht die Gefahr, daß aufgrund von Fertigungstoleranzen sich über die Gesamtfläche der überströmten Membran bevorzugte Strömungszonen ausbilden, wodurch die Effektivität der Gesamtmembranfläche leidet. Erfindungsgemäß weist jede Rille 5 unter Bezug auf den

15 Detailpunkt gemäß Fig. 8a mehrere über die Rillennlänge verteilt angeordnete Strömungsbarrieren 31 auf, welche in der Ebene der Rillengrube 4 oder darunter enden, wobei jede Rille 5 mindestens mit einem Durchlaß 19 an

20 eine kreuzende Sammelrille 20 der Gegenseite der Trägerplatte 1,2 Verbindung hat. Die Vielzahl der Strömungsbarrieren 31 sind auf etwa parallel zueinander und schräg zu den Rillen 5 verlaufenden Barrierenlinien 32 geordnet. Bei einer etwa quadratischen Membranfläche verläuft die längste Barrierenlinie 32 etwa unter 45°

25 auf der Diagonalen, währenddessen die übrigen Barrierenlinien 32 im Abstand parallel dazu angeordnet sind. Je nach dem Verhältnis der Seitenlänge einer rechteckigen Membranfläche kreuzen die Barrierenlinien 32 die Rillen 5 unter einem Winkel von etwa 30 bis 60°. Die Barrierenlinien 32 zweier einander mit ihrer Rillenseite zugewandten

30 Trägerplatte 1,2 sind gegenläufig angeordnet, d.h. sie kreuzen sich (strichpunktiert in Fig. 8 gezeigt).

35 Unter dem Flüssigkeitsdruck des überströmenden Fluids F1 tritt eine gewisse Einwölbung der Membranzuschnitte in die abstützenden Rillen 5 ein, was im Bereich der Strömungsbarrieren 31 verhindert wird, so daß an diesen Stellen ein gewisser Stau eintritt und Kurzschlußpfade ausgeschlossen werden. Aufgrund der sich kreuzenden

Barrierenlinien 32 zweier einander zugewandter Platten-
seiten wird die Diagonalströmung wieder aufgehoben, so
daß eine gleichmäßige Überströmung der gesamten Membran-
fläche über die gesamte Anströmseite entlang der Schlitz-
durchbrechungen 7 gewährleistet ist.

Der äußere Umriß der Trägerplatten 1,2 weicht gegenüber
der von Fig. 2 ab durch Anordnung der Führungsnuten 37
an gegenüberliegenden Außenrändern und Anordnung der
Griffnuten 38 ebenfalls an gegenüberliegenden Außen-
rändern.

Die zweiteilige Abschlußplatte 3''', 3'' ist ebenfalls
aus Kunststoff gebildet und entspricht in ihrer äußeren
Umrißform und bezüglich der Schlitzdurchbrechungen 7, 8
der Trägerplatte 1, 2 gemäß Fig. 8. Die nicht dargestellte
Rückseite der halben Abschlußplatte 3''' gemäß Fig. 9 a, b
ist glatt ausgeführt und bildet eine Abdeckung für die
oberste Trägerplatte, und zwar die die Sammelrinnen 20
aufweisende Rückseite, wie sie in Fig. 2 mit 2 TR be-
zeichnet ist. Gleichermaßen sind die Rinnen 14 und die
Stichkanäle 13 angeordnet.

Gemäß Fig. 9a,b sind die Schlitzdurchbrechungen 7, 8 durch
Verteiler- und Sammelrohre 35 umschlossen, welche im
Querschnitt etwa muldenförmig ausgebildet sind und in
Verbindung mit der deckend darüberliegenden Muldenform
der Verteiler- und Sammelrohre 35 gemäß Fig. 10 ein Voll-
rohr bilden. Die Verteiler- und Sammelrohre 35 beider
Abschlußplattenhälften 3''', 3'' sind durch Stichkanäle
13' und Rinnen 14' eingefast und an die Durchbrechungen
11 angeschlossen, durch welche das flüssige Dichtungs-
mittel 15 in sämtliche Stichkanäle und Rinnen aller
Platten der Kassette 30 eingespritzt wird. Die Abschluß-

5 plattenhälfte 3'' entspricht in ihrem Aufbau auf der der Abschlußplattenhälfte 3''' zugewandten Seite dieser und ist auf der der Endplatte 27' zugewandten Seite im wesentlichen glatt. Die in den Verteiler- und Sammel-
10 rohren 35 angeordneten Bohrungen 36 fluchten mit den Bohrungen der Hauptanschlüsse 23 bis 26. Die Bohrungen 36 sind auf der der Endplatte 27' zugewandten Seite mit O-Ring-Dichtungen eingefast, welche sich gegen die Endplatte 27' dichtend anlegen, wenn die Kassette 30 durch die Zentralspindel 33 gegen die Endplatte 27' gepreßt wird.

15 Je nach der geometrischen Plattenkonfiguration und Ausbildung der Strömungswege und Anordnung der notwendigen Dichtungselemente kann es ausreichend oder auch zweckmäßig sein, zumindest abschnittsweise, über den Grund-

20 riß der Trägerplatten verteilt, Durchbrechungen 11, 12 und Kanalrillen 13, 14, 13', 14' anzuordnen, welche innerhalb des Plattenstapels kommunizieren, so daß einzelne Abschnitte über die Stapelhöhe hinweg gemeinsam abgedichtet werden. In den dargestellten Ausführungs-
25 beispielen erfolgte die Anordnung der Dichtungselemente so, daß sämtliche Kanalrillen 13, 14, 13', 14' und Durchbrechungen 11, 12 kommunizieren und somit sämtliche Platten gemeinsam durch eine einzige Einspritzung von Kunststoff abgedichtet und dauerhaft miteinander verbunden sind.

30 Zur Herstellung einer einwandfreien Dichtfunktion ist es jedoch nur notwendig, einen eine Dichtfunktion übernehmenden Kunststoff, z.B. Silicon, zu verwenden, während dessen der eigentliche Zusammenhalt der Vielzahl von
35 Platten zu einer Kassette durch andere mechanische Spannungsmittel übernommen werden kann.

Die Trennvorrichtung kann für alle in der Industrie üblichen Trennmethoden, also als Dialysator, als Filter, als Oxygenator, zur Trennung von Milchinhaltstoffen, zur Wasseraufbereitung usw. sowie als künstliche Niere oder Lunge im Medizinbereich eingesetzt werden.

Durch Anordnung mehrerer solcher quaderförmigen Trennvorrichtungen 30 läßt sich die Gesamtmembranfläche variieren, wobei durch Schließen von Schlitzdurchbrechungen einer Reihe an den äußeren Trägerplatten 1, 2 bzw. durch eine besondere Ausbildung der Abschlußplatten 3 lassen sich die einzelnen paketförmigen Trennvorrichtungen 30 strömungstechnisch in Reihe oder parallel schalten.

Die mit den Trägerplatten verbindbaren Membranen sind im weitesten Sinne zu verstehen, also mikroporöse Membranen, Verbundmembranen, Filtervliese, Filtergewebe und Filtersiebe. Für die Durchführung von Ultrafiltrationen werden z.B. mikroporöse Membranen aus Polysulfon verwendet, die auch eine chemische Reinigung der Filtereinheit zulassen. Je nach Einsatz und den gestellten Anforderungen, auch im Hinblick auf eine mehrfache Wiederverwendung der gereinigten Filtereinheit, können alle handelsüblichen aber auch noch zu entwickelnden Membranen mit den Trägerplatten verbunden werden. Der Begriff semipermeable Membran ist so zu verstehen, daß die Membran nur bestimmte Stoffe in einer Richtung aufgrund der wirkenden Transportmechanismen (Filtration, Diffusion) und Durchlaßöffnungen von der einen Membranseite zur anderen durchläßt, also selektiv wirkt.

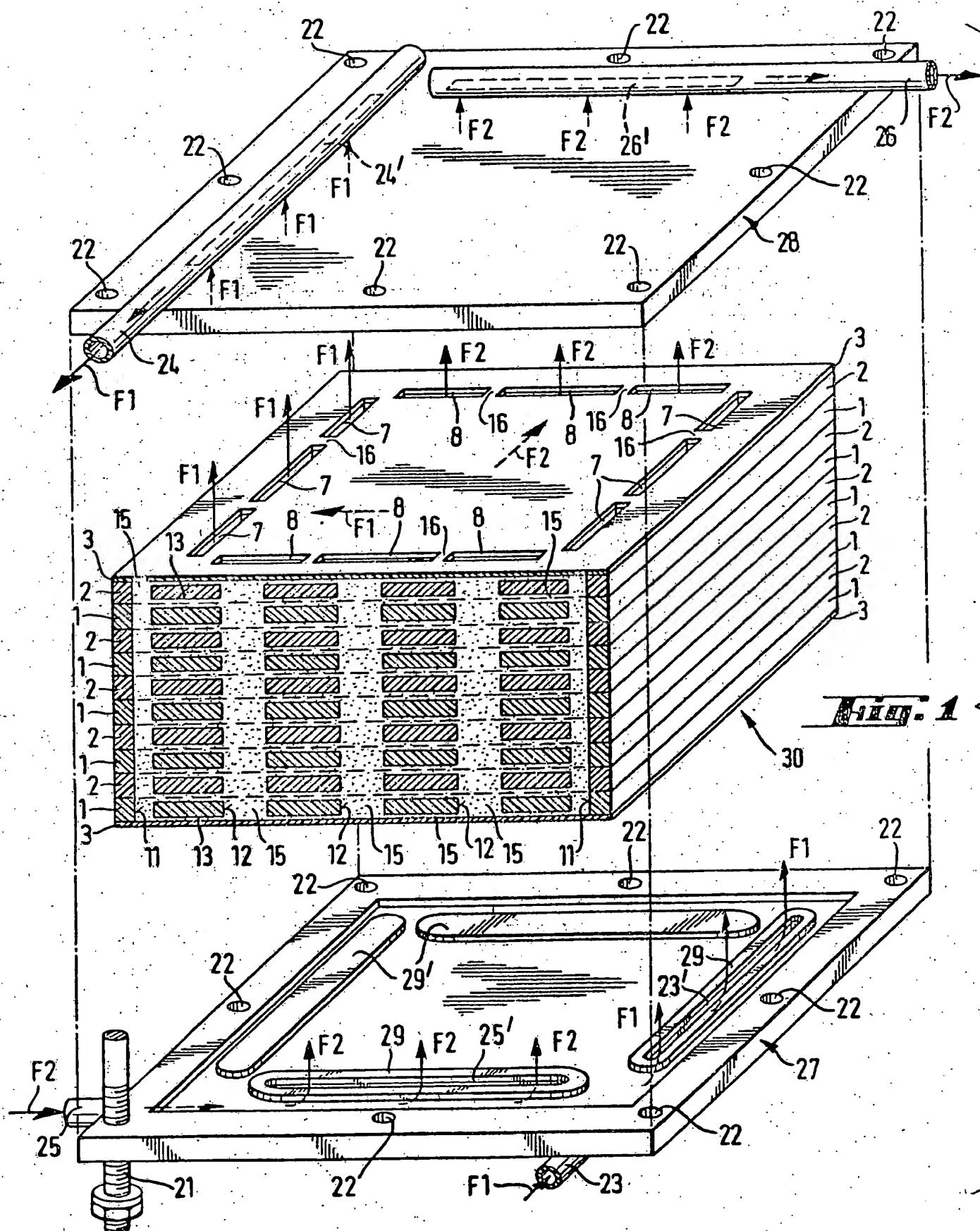
87

Leerseite

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3127548
B01D 13/00
11. Juli 1981
1. April 1982

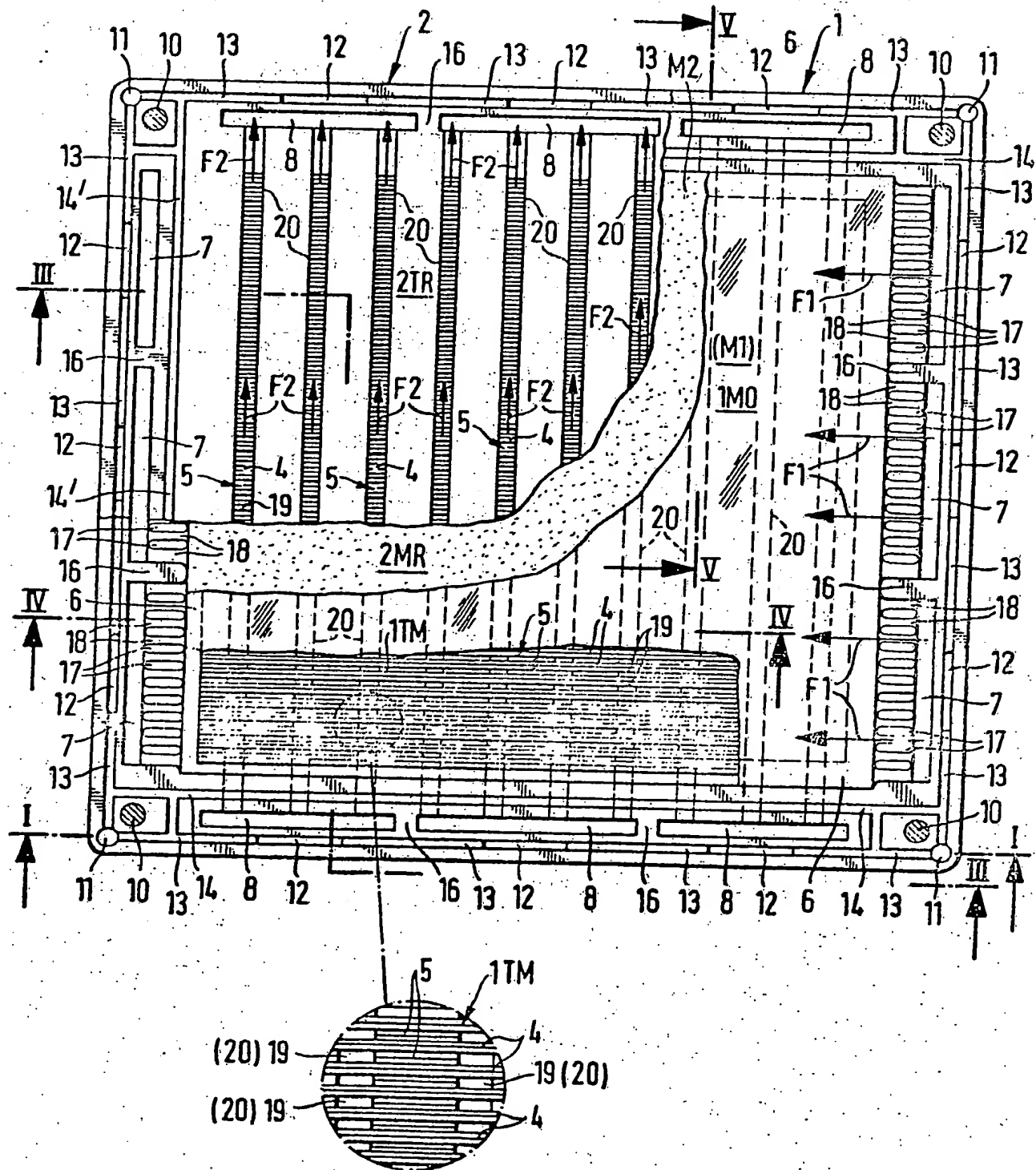
35



3127548

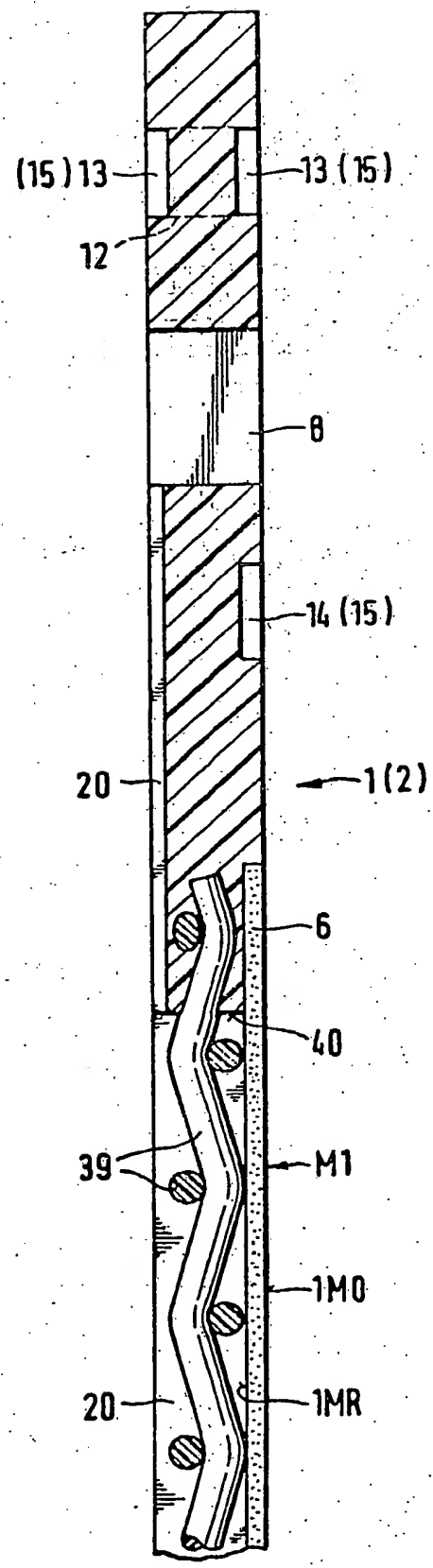
28

Fig. 2



30
3127548

Fig. 6



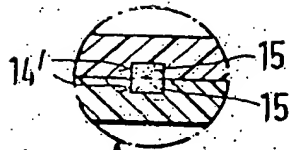


Fig. 3

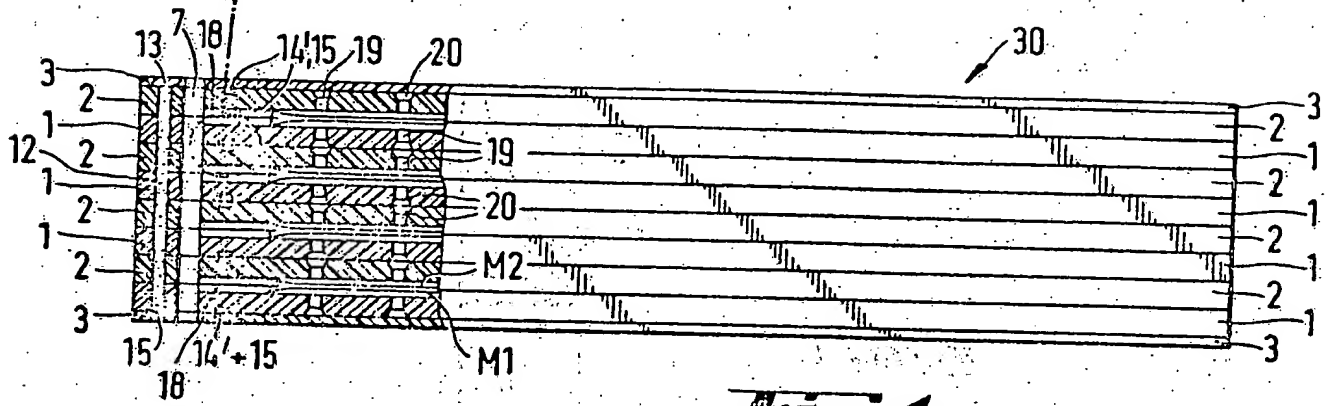


Fig. 4

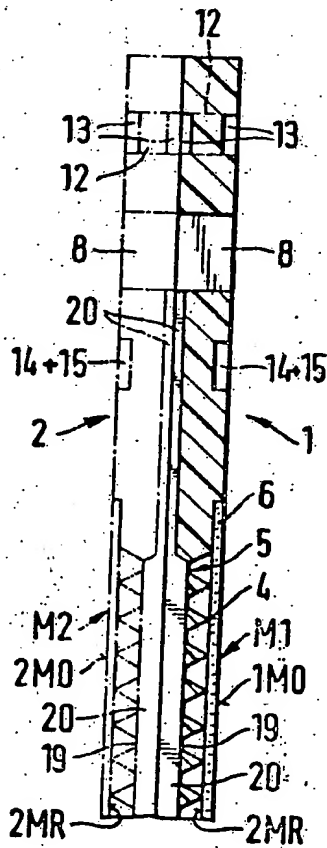
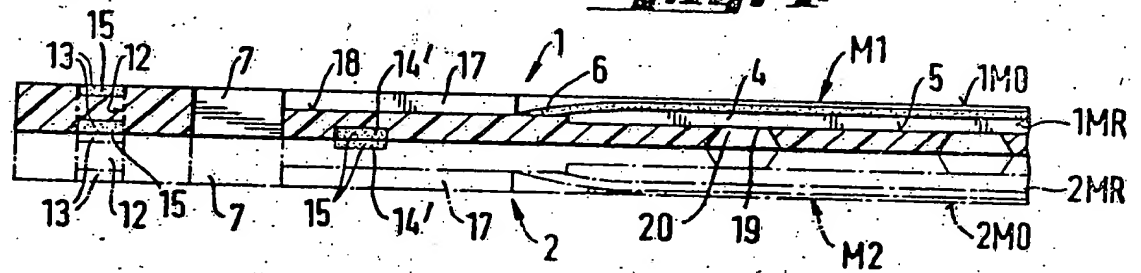


Fig. 5

32

3127548

Fig. 8

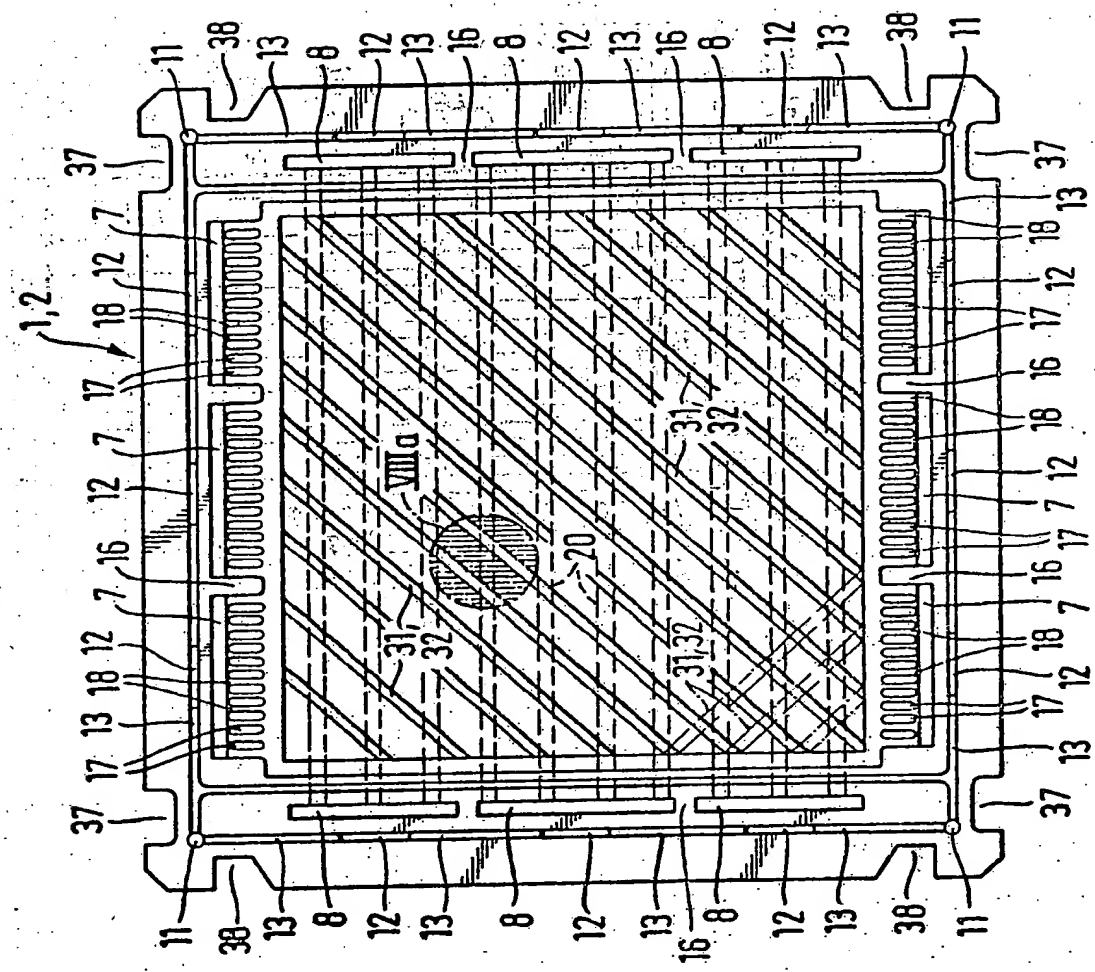
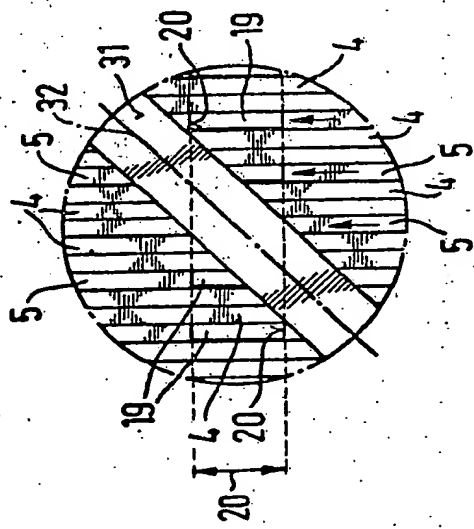


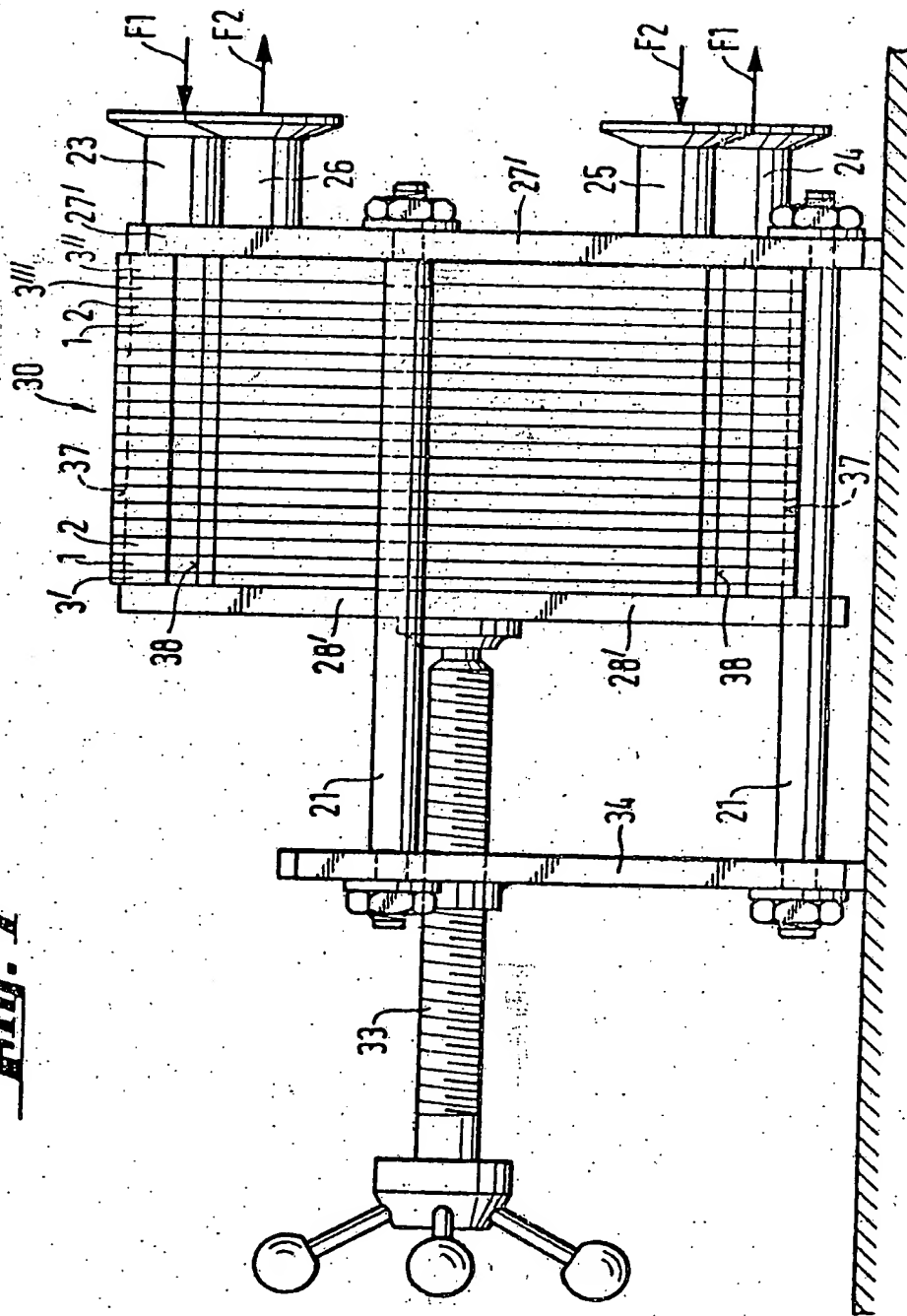
Fig. 8a



3127548

31

Fig. 3



33
3127548

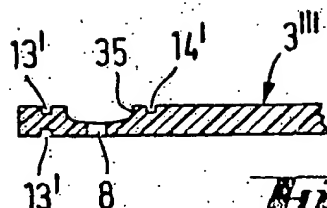


Fig. 9b

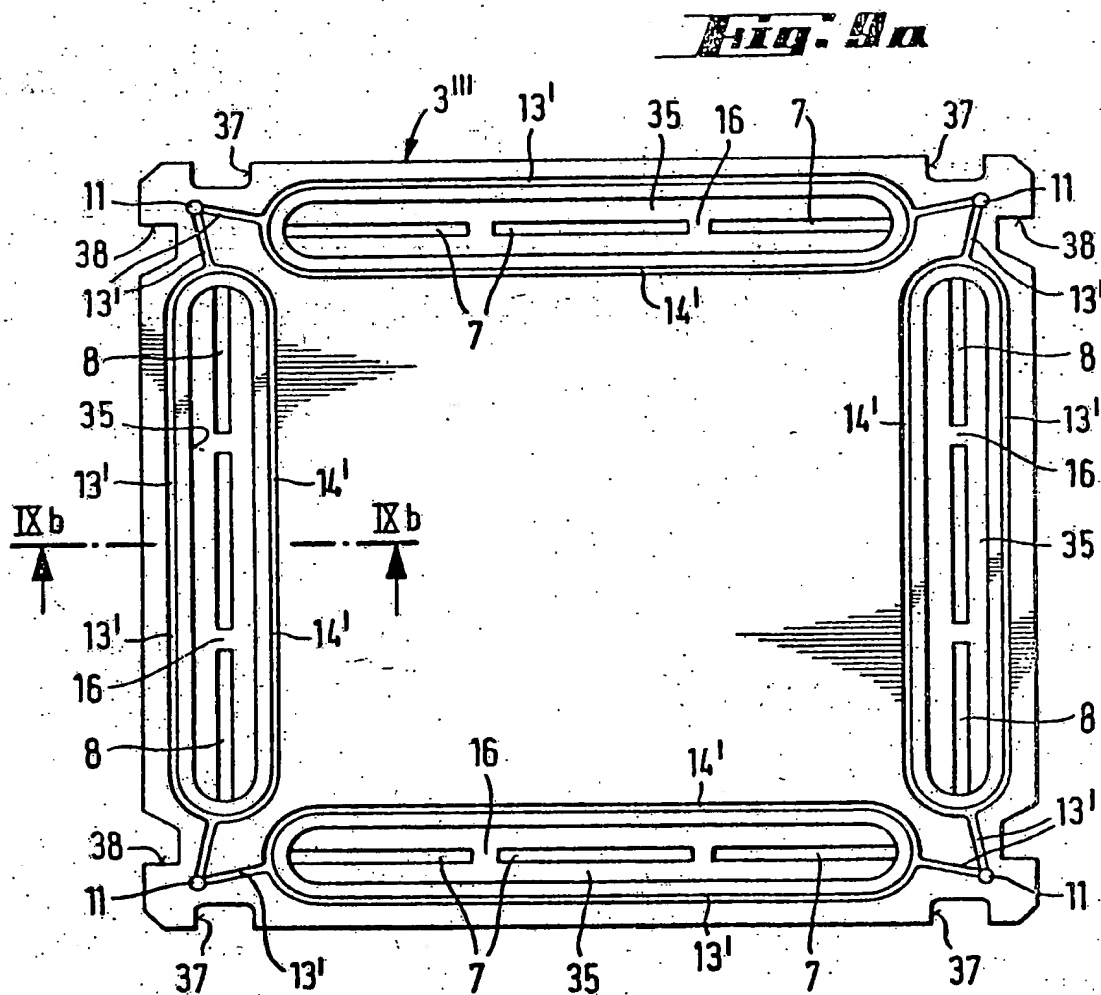


Fig. 9a

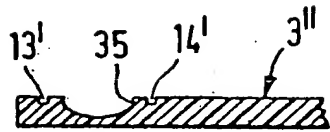


Fig. 10b

Fig. 10a

